

10/538414
PCT/EP 03/13882



Europäische
Patentamt

European
Patent Office

Office Européen
des brevets

REC'D 09 FEB 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02027496.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Anmeldung Nr:
Application no.: 02027496.5
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 10.12.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit verbesserter Schweissbarkeit und/
oder mechanischen Bearbeitbarkeit aus einer Legierung

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

C22C/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK

1

Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit verbesserter
Schweisssbarkeit und/oder mechanischen Bearbeitbarkeit aus
einer Legierung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit verbesserter Schweisssbarkeit und/oder mechanischen Bearbeitbarkeit aus einer Legierung gemäss Anspruch 1.

10

Die US-PS 5,938,863 offenbart eine Nickelbasis-Superlegierung, die Zusätze von Carbiden aufweist, um das Ermüdungsverhalten zu verbessern.

15 Die US-PS 6,120,624 offenbart eine Wärmebehandlung einer Nickelbasis-Superlegierung vor einem Schweißen, um das Entstehen von Rissen bei Wärmebehandlungen nach dem Schweißen zu vermeiden.

20 Die US-PS 4,579,602 sowie die US-PS 4,574,015 offenbaren Wärmebehandlungen für gegossene Superlegierungen, um das Schmieden dieser Materialien zu verbessern.

Aus der US-PS 5,374,319, US-PS 5,106,010 und EP 478374 ist
25 bekannt, bei einem Bauteil die örtlich begrenzte Schweisszone auf Temperaturen über die Alterungstemperatur zu erhitzen. Dies führt zu Spannungen in dem auf unterschiedlichen Temperaturen gehaltenen Bauteil.

30 Während der Herstellung eines Bauteils aus einer Legierung muss das Bauteil in verschiedenen Herstellungszwischenschritten bearbeitet werden. Oft weist die Legierung nicht die gewünschten Eigenschaften auf, um sie optimal zu bearbeiten zu können.

35

So kann die Legierung relativ spröde sein, wodurch eine mechanische Bearbeitung (Richten, spanende, schleifende Bearbeitung) erschwert wird.

5 Ebenso müssen oft Risse oder Löcher verschweisst werden, wobei jedoch oft eine schlechte Schweissbarkeit der Legierung vorliegt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, oben genannte Probleme zu überwinden.

10 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit verbesserter Schweissbarkeit und/oder mechanischen Bearbeitbarkeit aus einer Legierung gemäss Anspruch 1.

15 In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Verfahrensschritte aufgelistet. Die in den Unteransprüchen aufgeführten Massnahmen können in vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden.

20 Es zeigen Figur 1 einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der Temperatur einer Legierung während eines Herstellungsprozesses, und Figur 2 verschiedene Mikrostrukturen einer Legierung.

30 Die Figur 1 zeigt einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der Temperatur einer Legierung während des Herstellungsprozesses.

Die Legierung ist bspw. durch Ausscheidungen härtbar, wie bspw. eine Nickel- oder Kobaltbasierte Superlegierung. Die Legierung kann zu einem Bauteil aus einem Pulver
35 gesintert oder als Schmelze abgegossen bzw. gerichtet erstarrt gelassen werden. Weitere Herstellungsarten sind denkbar.

Wenn die Legierung für einen Giessprozess aufgeschmolzen ist, so ist die Temperatur grösser als die Schmelztemperatur T_M (Fig. 1). Die Schmelze wird abgegossen (Bereich cast) und
5 danach mehr oder weniger langsam kontrolliert oder unkontrolliert abgekühlt, so dass die Temperatur unter der Schmelztemperatur liegt.

Nach dem Giessverfahren folgt bspw. eine Nachverdichtung,
10 insbesondere direkt nach dem Giessprozess, d.h. ohne Abkühlung des Bauteils nach dem Giessen.

Die Nachverdichtung erfolgt beispielsweise durch heissisostatisches Pressen (HIP), (Bereich I, Fig. 1) oder durch Sintern, um Fehler wie z.B. Poren, Lunker, ... zu
15 schliessen.

Die Nachverdichtung kann auch nach anderen Herstellungsschritten erfolgen.

In diesem Stadium (mit oder ohne Nachverdichtung) werden die
20 Bauteile, die aus dieser Legierung bestehen, mechanisch bearbeitet (bspw. gerichtet oder spanende, schleifende Bearbeitung) und/oder es erfolgen Schweissreparaturen von Fehlern im Bauteil, insbesondere bei Raumtemperatur.

25 Oft sind jedoch die Eigenschaften der Legierung des Bauteils den mechanischen Verarbeitungsbedingungen (Schweissbarkeit und mechanische Verarbeitbarkeit) nicht angepasst.

Durch eine erfindungsgemässe nachfolgende
30 Verbesserungswärmebehandlung, die bspw. zur Vergröberung der Ausscheidungen führt, bspw. durch eine Überalterungswärmebehandlung, die zu einer Überalterung der Struktur der Legierung führt, wird die Mikrostruktur (Gefüge) des Bauteils so verändert, dass die Verarbeitbarkeit der
35 Legierung gegenüber dem unbehandelten Gefüge verbessert wird. Zu den Gefügemerkmalen zählen u.a. die Kristallstruktur, Ausscheidungen und Sekundärphasen.

Insbesondere kann die beispielhafte Überalterungswärmebehandlung direkt an den Nachverdichtungsprozess, insbesondere in demselben Ofen, oder
5 nach dem Giessen bzw. Sintern angeschlossen werden.
Es findet keine oder nur eine unwesentliche Abkühlung des Bauteils statt (Fig. 1, Übergang Bereich I, II)
Wird der Nachverdichtungsprozess mit einem HIP-Verfahren durchgeführt, so kann der Druck bei der
10 Verbesserungswärmebehandlung bestehen bleiben, langsam abgesenkt oder zurückgenommen werden.

Die Überalterungswärmebehandlung wird durch Hochheizen auf eine bestimmte Temperatur, ggf. mit einer Haltezeit bei
15 dieser Temperatur, und beispielsweise durch eine geringe Abkühlrate von grösser 1°C bis 5°C pro Minute, insbesondere von 2°C bis 3°C pro Minute, bspw. direkt nach dem Nachverdichtungsprozess erreicht (Bereich II, Fig.1).

20 Eine Überalterungswärmebehandlung für IN 738LC, die auch zu einer Vergröberung der Ausscheidungen führt, hat bspw. folgende Parameter:
Aufheizen mit 10°C - 25°C/min (falls notwendig),
Haltetemperatur/-zeit 1180°C + 0°C - 10°C / 3h,
25 Abkühlen mit 2°C - 3°C/min. bis 950°C, dann Luftabkühlung.

Durch die Überalterungswärmebehandlung wird eine Überalterung der γ' -Phase bewirkt, wodurch die Duktilität des Grundwerkstoffs wesentlich erhöht wird.
30

Durch diese Überalterungswärmebehandlung wird z.B. die Schweissbarkeit der Legierung insbesondere bei Raumtemperatur gegenüber der unbehandelten Legierung verbessert.
Ausserdem wird durch die verbesserte mechanische Duktilität
35 der Legierung gegenüber der unbehandelten Legierung das Bauteil besser richtbar (mechanisch verformbar) und/oder besser spanend oder schleifend bearbeitbar.

Für den späteren Anwendungsbereich des Bauteils wie z.B. Hochtemperatureinsatz kann das so erzielte Gefüge im Vergleich zu dem Gefüge vor der Wärmebehandlung schlechtere Eigenschaften aufweisen.

5

Aufgrund der schlechten Schweissbarkeit und Richtbarkeit wurden bisher hochfeste Nickelsuperlegierungen wie IN939, Rene80 und IN738LC insbesondere für grosse und dünnwandige Bauteile, wie z.B. Brennkammerauskleidungen nicht eingesetzt.

- 10 Diese Legierungen weisen die γ' -Phase zur Festigkeitssteigerung auf und können nun mit dem erfindungsgemässen Verfahren ohne Einschränkungen bearbeitet und eingesetzt (mit Schweissstellen) werden.
- 15 Werkstoff der Wahl war bisher Hastelloy X. Dieser Werkstoff ist besser schweisssbar, besitzt jedoch im Vergleich zu den anderen Werkstoffklassen eine beschränkte Hochtemperaturfestigkeit und Richtbarkeit.

- 20 Nach der Überalterungswärmebehandlung werden gegebenenfalls Fehlstellen (Risse, Löcher,) beispielsweise mittels Mikroplasmapulverauftragsschweissen oder Plasmapulverauftragsschweissen repariert.
- Der Einsatz anderer Schweissverfahren wie manuelles Wolfram-Inertgas-Schweissen ist prinzipiell ebenso möglich.
- 25 Die beim Schweissen entstandenen Schweissstellen können gegebenenfalls gedengelt (gehämmert) werden, was zur Kaltverfestigung führt, da Druckeigenspannungen induziert werden.
- Ebenso können Poren oder sonstige Fehler dadurch reduziert
- 30 werden oder verschwinden.

Danach erfolgt beispielsweise ein Kaltrichten des Bauteils in entsprechenden Vorrichtungen zur Korrektur der Geometrie des Bauteils.

35

Danach kann mit dem Bauteil bspw. ein Lösungsglühen (1180°C für oben genannte Werkstoffe) mit anschliessender schneller

Abkühlung (20° - 40°C pro Minute bis 800°C, dann Luftabkühlung) durchgeführt werden, d.h. schneller als die Abkühlrate bei der Verbesserungswärmebehandlung.

5 Hierdurch wird die überalterte Struktur wieder "gelöscht", d.h. die groben Ausscheidungen verschwinden zumindest teilweise und das Bauteil erhält seine guten Hochtemperatureigenschaften der Legierung bspw. durch Einstellung einer feindispersen γ' -Struktur zurück (schnelle Abkühlung).

10 Das Gefüge weist ggf. für den Anwendungsbereich des Bauteils bessere Eigenschaften auf als das Gefüge, das das Bauteil nach der Wärmebehandlung zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit aufwies.

15 Während der Überalterungswärmebehandlung bei den Werkstoffen mit der γ' -Phase wird diese γ' -Phase aufgelöst. Wenn die γ' -Phase komplett aufgelöst ist, erfolgt eine langsame Abkühlung wobei die γ' -Phase ausfällt und sich entsprechend vergrößert.

20 Die Vergrößerung führt nicht nur zu einem Anstieg in dem mittleren Durchmesser der γ' -Phase, sondern bspw. auch zu einer Spherodisation der γ' -Phase, d.h. sie ist weniger würfelförmig, sondern mehr plättchenförmig ausgeprägt. Eine solche Vergrößerung führt zu einer erhöhten Duktilität.

25 Bei anderen Werkstoffen, die keine γ' -Phase aufweisen, wird eine entsprechende Wärmebehandlung durchgeführt, die die Mikrostruktur so verändert, dass sie die Verarbeitbarkeit des Bauteils, insbesondere bei Raumtemperatur verbessert.

30 Das Verfahren zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit der Legierung kann für neu gefertigte Bauteile verwendet werden sowie für Bauteile, die im Einsatz waren (Refurbishment).

35 Dabei ist die Vorgehensweise beispielsweise wie folgt.

Das benützte Bauteil wird gesäubert (Entfernung Oxidations-/Korrosionsprodukte) und beispielsweise entschichtet.

Danach erfolgt eine Begutachtung des Bauteils, d.h. die Feststellung von Rissen und Poren.

- 5 Es erfolgt dann eine Überalterungswärmebehandlung, an die sich entweder eine Schweissreparatur der Risse und Poren bei Raumtemperatur oder ein Richten des Bauteils anschliesst.

- 10 Es erfolgt dann ggf. ein kaltes Verformen (dengeln oder hämmern) der so erzeugten Schweissstellen.

Anschliessend erfolgt bspw. wieder eine Wärmebehandlung (bspw. Lösungsglühen), um die gewünschte feindisperse γ' -Struktur einzustellen.

- 15 Gegebenenfalls erfolgt noch eine weitere Nachbehandlung der Schweissstellen, bspw. eine lokale Wärmebehandlung.

Das Lösungsglühen erfolgt bspw. bei derselben Temperatur wie bei der Überalterungswärmebehandlung, jedoch mit schnellerer Abkühlung, um die Vergröberung der γ' -Strukturen zu

- 20 vermeiden. Es wird dabei so schnell abgekühlt, dass die γ' -Phase nicht vollständig ausgeschieden wird, sondern zumindest zum Teil zwangsgelöst bleibt.

Gegebenenfalls kann ein Auslagern zum Ausscheiden der gewünschten γ' -Struktur (feine blockige Teilchen) erfolgen.

- 25 Beim Schweißen wird insbesondere ein artgleicher Schweisszusatz oder ein Schweisszusatz, der dieselbe Zusammensetzung wie das Bauteil aufweist, verwendet. Artgleich heisst, dass er ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie das Bauteil aufweist oder dieselben

- 30 Hochtemperatureigenschaften wie das Basismaterial aufweist. Dabei weisen bspw. die Bestandteile des Schweisszusatzes dieselben verhältnismässigen Anteile auf wie das Material des Bauteils.

- 35 Ggf. kann auf Schweisszusätze verzichtet werden. Insbesondere sollen weniger hochtemperaturfeste Schweisszusätze vermieden werden.

Wenn der Schweisszusatz durch Ausscheidungen härtbar ist, d.h. seine Festigkeit kann gesteigert werden, verringert die Schweissstelle kaum oder gar nicht die Festigkeit des Bauteils.

- 5 Der Schweisszusatz sollte mindestens einen Volumenanteil von 35% für die Ausscheidungen (bspw. die γ' -Phase) aufweisen.

Das Dengeln der Schweissstelle nach dem Schweissen unterdrückt die Rissbildung während einer ersten

- 10 Wärmebehandlung nach dem Schweissen.

Erst die Kombination der Überalterungswärmebehandlung und das Dengeln ermöglicht ein zumindest artgleiches Schweissen bei Raumtemperatur, um gute und rissfreie Schweissstellen

- 15 herzustellen.

Die Überalterungstemperatur von 1180°C für IN939 ist bewusst höher gewählt als aus dem Stand der Technik (1160°C, US-PS 6,120,624) bekannt.

20

Für IN738LC sieht eine beispielhafte Wärmebehandlung nach dem Schweissen wie folgt aus:

- 25 Aufheizen mit 10°C - 25°C/min,
Haltetemperatur/-zeit 1180°C + 0°C - 10°C / 2h,
Abkühlen mit 20°C - 40°C/min. bis 800°C, dann Luftabkühlung;
(Überalterungsstruktur ist aufgelöst)
- 30 Aufheizen mit 10°C - 25°C/min,
Haltetemperatur/-zeit 1120°C +/- 10°C / 2h,
Abkühlen mit 20°C - 40°C/min. bis 800°C, dann Luftabkühlung;
(Lösungsglühen)
- 35 und ggf.

Aufheizen mit $10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}/\text{min}$,
Haltetemperatur/-zeit $845^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C} / 24\text{h}$,
Luftabkühlung ,
(Auslagerungswärmebehandlung).

5

Die Figur 2 zeigt verschiedene Mikrostrukturen einer
Superlegierung.

10 In diesem Beispiel ist die Mikrostruktur der Legierung IN738
gezeigt.

Figur 2a) zeigt die Legierung mit kubischem primären γ' und
feiner sekundärer γ' -Phase, so dass sich eine hochfeste
15 Legierung ergibt, die eine geringe Duktilität aufweist.

Figur 2b zeigt eine überalterte Mikrostruktur, die eine
plättchenförmige γ' -Phase aufweist, jedoch keine sekundären
 γ' -Phase. Diese Mikrostruktur weist eine gegenüber Figur 2a
20 erhöhte Duktilität auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils
aus einer durch Ausscheidungen härtbaren Legierung,
5 wobei in einem Zwischenschritt die mechanische
Bearbeitbarkeit und/oder Schweissbarkeit durch eine
Verbesserungswärmebehandlung mit dem Bauteil vor dem
Schweissen und/oder vor dem mechanischem Bearbeiten
verbessert wird,
10 die die Ausscheidungen vergrößert,
wodurch das Schweissen und/oder die mechanische
Bearbeitbarkeit verbessert wird.

15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Überalterungswärmebehandlung als
Verbesserungswärmebehandlung mit dem Bauteil
20 durchgeführt wird,
um die Ausscheidungen zu vergrößern.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Schweissen und/oder der mechanischen
Bearbeitung eine weitere Wärmebehandlung durchgeführt
wird,
30 so dass das so eingestellte Gefüge für die
Anwendungsbereiche des Bauteils bessere Eigenschaften
aufweist als ohne diese Wärmebehandlung.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Schweissen und/oder der mechanischen
5 Bearbeitung eine weitere Wärmebehandlung durchgeführt
wird,
die die Vergröberung der Ausscheidungen zumindest
teilweise wieder rückgängig macht.

10
5. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Herstellung des Bauteils das Bauteil aus einer
15 Schmelze der Legierung gegossen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 das Bauteil nachverdichtet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 6,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
das Bauteil vor der Verbesserungswärmebehandlung
nachverdichtet wird.

30
8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bauteil auf eine bestimmte Temperatur
35 hochgeheizt wird, und
dass die Verbesserungswärmebehandlung zumindest
teilweise durch ein langsames Abkühlen erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Verbesserungswärmebehandlung direkt nach der
Nachverdichtung erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Verbesserungswärmebehandlung direkt nach dem Giessen
erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 6, 7 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Nachverdichtung mittels heissisostatischem Pressen
durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 8, 9 oder 10,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
die Verbesserungswärmebehandlung zumindest teilweise
während einer Abkühlung mit einer Abkühlrate von 1° bis
3°C /min durchgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 als Legierung eine nickel- oder kobaltbasierte
Superlegierung verwendet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, 5 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Legierung die γ' -Phase aufweist.

15. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

10 für das Schweißen ein artgleicher Schweißzusatz
verwendet wird.

15 16. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

für das Schweißen ein Schweißzusatz verwendet wird,
der dieselbe Zusammensetzung wie die Legierung aufweist.

20

17. Verfahren nach Anspruch 1, 3, 4, 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet, dass

25 für das Schweißen ein Schweißzusatz verwendet wird,
der durch eine Ausscheidung härtbar ist.

18. Verfahren nach Anspruch 1, 3, 4, 15, 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet,

30

dass beim Schweißen eine Schweißstelle entsteht, und
dass die zumindest eine Schweißstelle gedengelt wird.

35

19. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

als Legierung der Werkstoff IN 738LC oder IN 939
verwendet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass für die Verbesserungswärmebehandlung das Bauteil
auf einer Temperatur gehalten wird, und
dass dann eine Abkühlung des Bauteils erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 20,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verbesserungswärmebehandlung zumindest bei einer
Lösungsglühtemperatur der Legierung erfolgt.

22. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 20 oder 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Überalterungswärmebehandlung bei 1180°C liegt.

23. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Wärmebehandlung, um die groben Ausscheidungen
zumindest teilweise wieder rückgängig zu machen,
zumindest teilweise bei einer Lösungsglühtemperatur
durchgeführt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 4 oder 23,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

5 die Wärmebehandlung, um die groben Ausscheidungen
zumindest teilweise wieder rückgängig zu machen,
zumindest teilweise beim Abkühlen mit einer Abkühlrate
von 20°C bis 40°C pro Minute durchgeführt wird.

10 25. Verfahren nach Anspruch 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Volumenanteil der Ausscheidungen des
Schweisszusatzes mindestens 35% beträgt.

10. Dec. 2002

Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit verbesserter
Schweisbarkeit und/oder mechanischen Bearbeitbarkeit aus
einer Legierung

Legierungen nach dem Stand der Technik weisen zur Herstellung
eines Bauteils eine nicht ausreichend gute Verarbeitbarkeit
auf.

Erfindungsgemäss wird in einem Verfahrenszwischenschritt eine
Wärmebehandlung mit dem Bauteil durchgeführt, die die
Verarbeitbarkeit verbessert.

Fig. 1

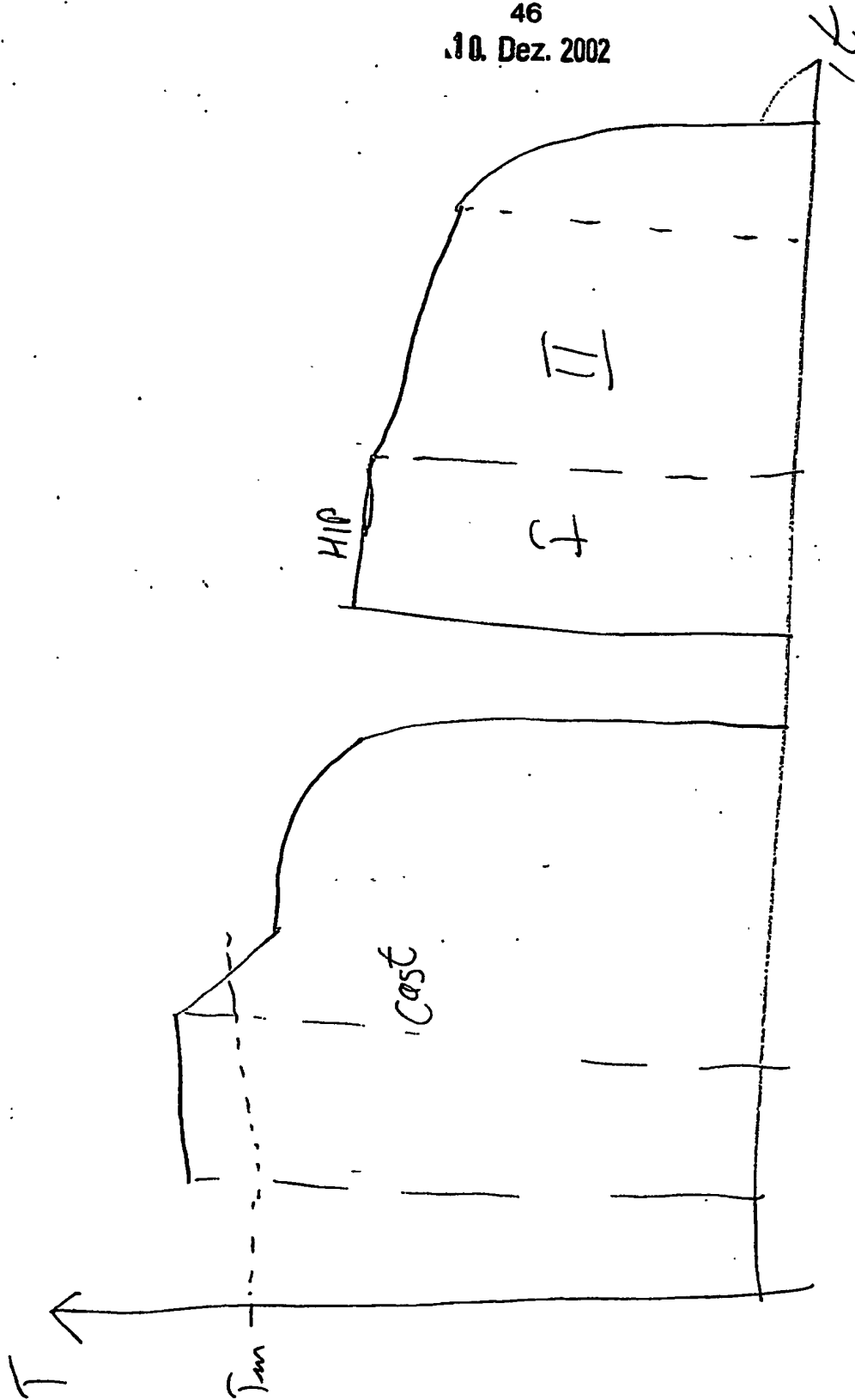
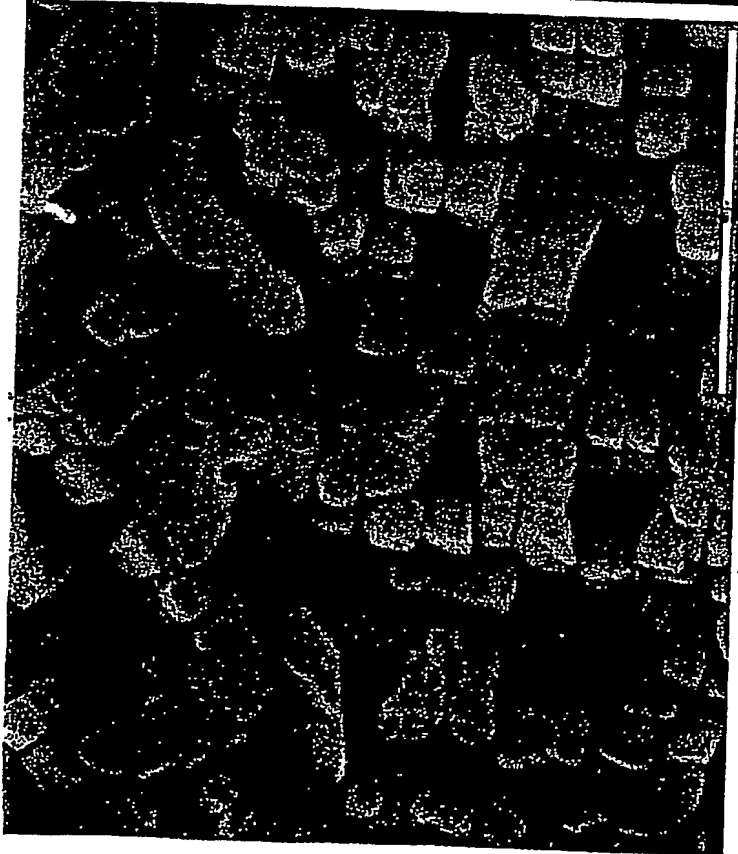
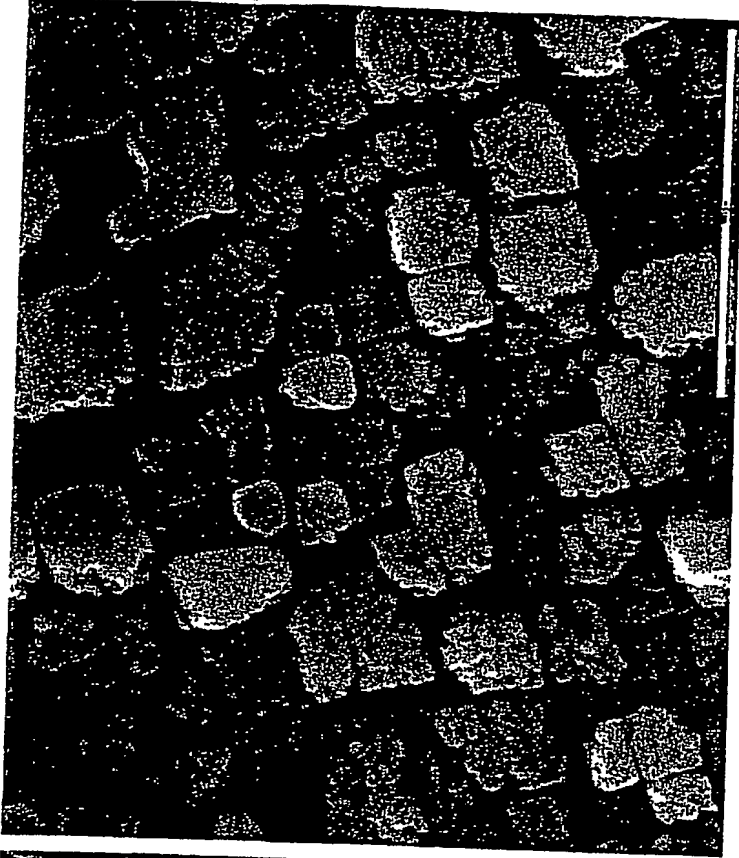


Fig. 1



a)



b)

Fig 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.